مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۲، شماره ۴، سال ۱۳۹۵

تحمل به سرمای دیررس بهاره در برخی ژنوتیپ‌های به (*Cydonia oblonga* Mill.) در شرایط آب و هوای کرج

Tolerance to the Late Spring Frost in some Quince (*Cydonia oblonga* Mill.) Genotypes in Karaj Climate

مصطفی محمدی[۱]، سولماز نادی[۲] و حمید عبداللهی[۳]

۱، ۲ و ۳- به ترتیب تکنیسین کارشناس ارشد و دانشیار، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱/۲۰   تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۸/۵

چکیده

محمدی، م.، نادی، س. و عبداللهی، ح. ۱۳۹۵. تحمل به سرمای دیررس بهاره در برخی ژنوتیپ‌های به (*Cydonia oblonga* Mill.) در شرایط آب و هوای کرج. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۲:** ۴۷۷- ۴۶۱.

در بین درختان میوه دانه‌دار درخت به از دیرگل‌ده‌ترین گونه‌ها محسوب می‌شود، لیکن بروز سرماهای دیرهنگام در برخی از سال‌ها سبب می‌شود تا سرمازدگی بهاره روی شکوفه‌های این درخت اتفاق افتد. در تحقیق اخیر خسارت ناشی از سرمازدگی بهاره در اواسط فروردین سال ۱۳۹۳ در ۸- درجه سانتی‌گراد، زمانی که تمامی ارقام و ژنوتیپ‌های کلکسیون به در ایستگاه تحقیقات باغبانی کمال‌شهر کرج دارای شکوفه‌های در حال تکامل بودند، همراه با تاثیر فنولوژی شکوفه‌دهی و میزان ماده خشک بر شدت این خسارت ارزیابی شد. در این تحقیق ۳۶ ژنوتیپ به از استان‌های خراسان رضوی، اصفهان، گیلان و اردبیل مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج بیانگر وقوع بالاترین میزان خسارت سرمازدگی شکوفه به میزان ۱۰ تا ۸۰ درصد در ژنوتیپ‌های منشاء گرفته از مناطق کم ارتفاع استان‌های اصفهان، خراسان و گیلان بود، در حالی که در ژنوتیپ‌های مناطق سردسیر و مرتفع میزان خسارت ناشی از سرمازدگی در حد صفر بود. در بین صفات ارزیابی شده، طول شکوفه‌های در حال تکامل بیش‌ترین همبستگی منفی (۰/۲۲۱-) را با شدت خسارت سرما نشان داد، در حالی که میزان خسارت سرمازدگی بهاره ارتباط مستقیم و معنی‌داری با دو صفت عملکرد و اندازه متوسط میوه نداشت. با توجه به این نتایج، به نظر می‌رسد به برای معرفی ارقام برتر به منظور کشت در مناطق با احتمال خطر سرمازدگی بهاره، گزینش از میان ژنوتیپ‌های استان اردبیل که ضمن داشتن کیفیت میوه قابل قبول، دارای صفت دیرگلدهی نیز هستند می‌تواند راهکار مناسبی باشد.

واژه‌های کلیدی: درخت به، ژنوتیپ‌ها، مورفولوژی، تنوع ژنتیکی، خسارت سرما.

نویسنده مسئول: habdollahi@yahoo.it   تلفن: ۰۲۶۳۶۷۰۲۵۴۱

مقدمه

درخت به (*Cydonia oblonga* Mill.) گیاهی متعلق به خانواده گل سرخیان (Rosaceae) و از زیرخانواده سیبی‌ها (Pomoideae) به حساب می‌آید. این درخت در مناطق قفقاز و شمال ایران از آستارا تا کتول در استان گلستان، به صورت طبیعی پراکنش دارد (Sabeti, 1994). درخت به در میان گونه‌های درختان میوه دانه‌دار ازنظر اهمیت تولید، رتبه سوم و از نظر فراوانی بعد از سیب، گلابی و گلابی آسیایی رتبه چهارم در جهان را به خود اختصاص داده است (Anonymous, 2014a). این درخت دارای میوه‌هایی با اندازه متوسط تا بزرگ و اشکال گرد تا گلابی شکل است (Silva *et al*., 2005). در ایران رایج‌ترین رقم تجاری درخت به، رقم به اصفهان است که روی دو نوع پایه بذری به و ولیک (*Crataegus* spp.) مورد کشت و کار قرار می‌گیرد (Manee, 1994). گونه به همچنین به عنوان پایه نیمه‌پاکوتاه کننده تا بسیارپاکوتاه‌کننده برای پرورش درخت گلابی مورد استفاده است (Westwood, 1993).

در بین مشکلات اصلی کشت و پرورش درخت به در کشور، حساسیت قابل توجه نسبت به بیماری آتشک و حساسیت به کلروز آهن (Abdollahi *et al*., 2010) قابل ذکر است. درخت به، اگرچه نسبت به سرمای شدید زمستانه در عرض‌های شمالی حساسیت نشان می‌دهد (Westwood, 1993)، لیکن مشاهدات اخیر نشان داده این درخت حتی در مناطق مرتفع و سردسیر کشور نظیر سمیرم در استان اصفهان و دماوند در استان تهران نیز در طول زمستان دچار سرمازدگی شاخه و تنه نمی‌شود. در بین سه گونه عمده درختان میوه دانه‌دار شامل سیب، گلابی و به، درخت سیب مقاوم‌ترین و درخت به حساس‌ترین درخت نسبت به سرمای زمستانه محسوب می‌شود. بر اساس یک تقسیم‌بندی توسط دانشگاه کورنل آمریکا، درخت به در مناطقی که افت دمای زمستانه آن از ۲۳/۵- درجه سانتی‌گراد تجاوز نمی‌کند، قابل کاشت بوده و در مناطق سردتر با خسارت سرمازدگی زمستانه مواجه می‌شود (Kennedy and Cramer, 2010). بر اساس این اطلاعات، کشت و پرورش درخت به در نواحی سرمائی ۵ تا ۹ بر اساس پهنه‌بندی حداقل دمای زمستانه ارائه شده توسط وزارت کشاورزی آمریکا امکان پذیر است. بر اساس این تقسیم بندی افت دمای مطلق زمستانه در ناحیه 5a بین ۲۶/۲- تا ۲۸/۸- است که به نظر می‌رسد برای ارقام معمولی درخت به که با هدف مقاومت به سرما گزینش نشده‌اند این ناحیه مناسب نیست و ناحیه 5b به بعد نواحی مناسب محسوب شوند (Anonymous, 2010). در این مناطق حداقل دمای مطلق زمستانه به ترتیب در محدوده ۱۵/۰- تا ۱۷/۷-، ۱۲/۳- تا ۱۴/۹-، ۹/۵- تا ۱۲/۲- و ۶/۷- تا ۹/۴- افت پیدا می‌کند.

خسارت سرمای بهاره برخلاف خسارت سرمای زمستانه با توجه به دیرگلدهی اغلب ارقام و ژنوتیپ‌های به کشور (Alipour *et al.*, 2014) کم‌تر مورد گزارش قرار گرفته است. عادت گلدهی درخت به، تاحدی با دو گونه نزدیک مشتمل بر سیب و گلابی متفاوت بوده و شکوفه‌های گل در این درخت در انتهای شاخه‌های کم و بیش کوتاهی که از ابتدای بهار با باز شدن شکوفه‌ها شروع به رشد می‌کنند، پدیدار می‌شود (Westwood, 1993). بر اساس مشاهدات انجام شده، زمان شروع گلدهی در بین درختان میوه متفاوت است به‌طوری که درخت گلابی نسبت به سیب زود گل‌تر و درخت به نسبت به هر دوی آن‌ها دیرگل‌تر است. بر خلاف آن‌چه مورد تصور بوده است، آغاز تمایز جوانه‌های گل در درخت به، همانند درخت سیب و گلابی، در حدود ماه‌های مهر و آبان اتفاق می‌افتد (Esumi *et al.*, 2007). تشکیل پریموردیاهای گل در جوانه به، زمانی آغاز می‌شود که هشت پریموردیای برگی در جوانه‌ها به وجود آمده باشند. در این مرحله، ابتدا مریستم انتهائی به شکل گنبدی شکل در آمده و سپس کاسبرگ‌ها شروع به شکل‌گیری می‌کنند. در هر جوانه درخت به، تنها یک شکوفه تشکیل و این شکوفه در انتهای شاخه کوتاهی که در ابتدای بهار شروع به رشد می‌کند، پدیدار می‌شود (Westwood, 1993).

به نظر می‌رسد درخت به در مقایسه با درختان سیب و گلابی دیرگل‌ده‌تر بوده و حساسیت کم‌تری به سرمازدگی بهاره شکوفه‌ها دارد. این در حالی است که شکوفه‌های تازه رسته و در حال رشد این درخت بر اساس مشاهدات سال‌های اخیر بسیار سریع‌تر و شدیدتر از درختان گلابی و سیب دچار سرمازدگی بهاره می‌شوند که دلیل آن حساسیت بالاتر شکوفه‌های در حال رشد نسبت به سرماهای دیررس بهاره است. اگرچه بررسی دقیقی روی میزان حساسیت شاخه‌ها و شکوفه‌های تازه رسته ارقام و ژنوتیپ‌های درخت به در کشور ما و دیگر کشورها وجود ندارد، لیکن میلوسویچ (Milosevic, 2010) گزارش کرده که گلبرگ‌ها در شکوفه‌های تازه باز شده درخت به، در دمای ۱- درجه سانتی‌گراد دچار سرمازدگی می‌شوند، در صورتی که میزان تحمل شکوفه‌های باز نشده تا دمای ۱/۵- درجه سانتی‌گراد خواهد بود. در حالی که در درخت گلابی آستانه ۱۰ و ۹۰ درصد کشندگی شکوفه‌های باز نشده به ترتیب ۲/۲- و ۳/۹- درجه سانتی‌گراد ذکر شده است (Abdollahi, 2010). همچنین میوه‌های رشد کرده به در فصل پائیز تا دمای ۲/۲- درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کنند و پس از آن دچار صدمات ناشی از سرمای زیر صفر می‌شوند. برخلاف آستانه تحمل شکوفه‌ها در درخت به، آستانه تحمل میوه‌ها به سرما در درخت به در مقایسه با میوه‌های سیب و گلابی اندکی بالاتر است، به این صورت که میوه‌های رسیده سیب

در ۱/۹۷- درجه سانتی‌گراد و میوه‌های رسیده گلابی در ۱/۸- درجه سانتی‌گراد دچار سرمازدگی می‌شوند (Milosevic, 2010). نکته حائز اهمیت در این است که در کم‌تر رقمی از سیب و یا گلابی لازم است میوه تا زمان رسیدن سرماهای نسبتاً شدید پائیزه در اواسط تا اواخر آبان روی درخت باقی بماند تا به صورت کامل رسیده و قابلیت ارائه مستقیم به بازار را داشته باشد. در بین ارقام گلابی آسیایی وارداتی، ارقام KS12 و بعد از آن KS8 در ارقامی بسیار دیررس که در تهران برداشت آن‌ها حتی به آبان و آذر هم می‌رسد (Arzani, 2002؛ Arzani, 2004).

با توجه به مشاهده خسارت سرمای دیررس بهاره طی سال‌های اخیر روی شکوفه‌های درخت به، در این تحقیق به بررسی شدت بروز این نوع خسارت در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف این درخت در ارتباط با منشاء و همچنین فنولوژی گلدهی آن‌ها پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه روی ۳۶ ژنوتیپ و رقم بومی به ایران که همگی متعلق به گونه *Cydonia oblonga* بودند، انجام شد. تمام ژنوتیپ‌ها توسط عبداللهی و همکاران (Abdollahi *et al.*, 2011) از مناطق مختلف کشور جمع‌آوری و در کلکسیون اصلی به ایران در بخش تحقیقات باغبانی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در سال ۱۳۸۵ کاشته شدند. ارقام و ژنوتیپ‌های مورد نظر در ایستگاه تحقیقات باغبانی کمال‌شهر کرج با مشخصات جغرافیایی ۳۵/۸ درجه عرض شمالی و ۵۰/۸ درجه شرقی با میانگین بارش ۲۴۴/۱ میلی‌متر و میانگین کم‌ترین دمای سالیانه ۱۰/۵- درجه سانتی‌گراد و بیش‌ترین دمای سالیانه ۴۰ درجه سانتی‌گراد کاشته شده‌اند. درختان همگی دارای فرم هرس محور مرکزی تغییر یافته با حداقل پنج بازو در جهات مختلف درخت بوده و مراقبت‌های سالیانه شامل کوددهی نیتروژن و مبارزه با آفات و علف‌های هرز به صورت یکنواخت برای تمامی ژنوتیپ‌ها انجام شده است. ارزیابی شدت خسارت سرمای بهاره و میزان تحمل ژنوتیپ‌ها در پی وقوع سرمای ۸- درجه سانتی‌گراد در تاریخ ۱۲ فروردین سال ۱۳۹۳ (Anonymous, 2014b)، در مرحله‌ای که جوانه‌های تمام ژنوتیپ‌های به مورد بررسی دارای رشد حدود یک سانتی‌متر بودند و شکوفه‌های گل به صورت بسته در انتهای شاخه‌های تازه رشد کرده قرار داشتند، به‌طوری که هیچ‌یک از ارقام و ژنوتیپ‌های به مرحله اولین ظهور گلبرگ‌ها وارد نشده بودند، انجام شد.

پس از وقوع سرما، حداکثر ده روز بعد، نسبت به جمع‌آوری نمونه‌های شکوفه‌ها اقدام و اندازه‌گیری صفات قبل از باز شدن جوانه گل شامل بر درصد شکوفه‌های سرمازده، طول شکوفه گل، وزن تر و وزن خشک شکوفه،

درصد آب و درصد ماده خشک و بعد از باز شدن جوانه گل شامل عملکرد و متوسط وزن میوه انجام شد. برای اندازه‌گیری درصد شدت سرمازدگی، جوانه‌های مربوط به هر ژنوتیپ، به تعداد ۱۰۰ عدد شکوفه از هر درخت و ۵۰۰ شکوفه از هر ژنوتیپ یا رقم نمونه‌برداری شد. طول جوانه‌ها با استفاده از کولیس و درصد آب آن‌ها پس از اندازه‌گیری وزن تر و خشک تعیین شد. وزن خشک شکوفه‌ها پس از قراردادن در آون به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. ارزیابی زمان گلدهی ارقام و ژنوتیپ‌ها در بهار سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۳ انجام و عملکرد درختان موجود در کلکسیون به صورت کیلوگرم در درخت در انتهای مهرماه سال وقوع سرمازدگی (۱۳۹۳) اندازه‌گیری شد. وزن متوسط میوه‌ها با توزین ۲۰ میوه از هر درخت به صورت تجمعی و تقسیم داده حاصله بر تع داد میوه برداشتی انجام شد. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات در نرم‌افزار اکسل (Excel) ثبت، سپس تجزیه واریانس در قالب طرح کاملا تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1.3 و مقایسه میانگین به روش دانکن با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

نام، محل جمع‌آوری و منشاء ژنوتیپ‌های به مورد ارزیابی در جدول ۱ و اطلاعات مربوط به میانگین ماهانه دما در ماه‌های اسفند و فروردین سال‌های قبل از سرمازدگی منطقه کرج در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- ژنوتیپ‌های به مورد بررسی و منشاء آن‌ها
Table 1. Quince genotypes and their origins

منشاء Origin	کد و منطقه ژنوتیپ Genotype’s code and location
Isfahan province	ET1 (Isfahan*), KM1 (Kalishad), KVD1 (Kashan), KVD3 (Kashan), KVD4 (Kashan), NB2 (Natanz), NB3 (Natanz), NB4 (Natanz), PH2 (Felaverjan), PK2 (Felaverjan), SHA1 (Shahreza), SVS1 (Semirom), SVS2 (Semirom)
Khorasan province	M1 (Beh torsh), M2 (Moghavem 2), M3 (Isfahan oghaf), M4 (Moghavem 1), M5 (gardandar), M6 (Khosro), M7 (Sahel borj moghavem), M8 (Beh dizbad)
Guilan province	AS1 (Astara), AS2 (Astara), ASM1 (Astara), ASM2 (Astara), ASM3 (Astara), ASP1 (Astara), ASP2 (Astara), UT1 (Astara Road to Talesh)
Ardabil province	Aji Shirin (Givi), Ardebil3 (Ardebil), Givi Kosar (Givi), Ardebil6 (Ardebil), Ardebil1(Ardebil), Sibi Kosar (Givi), Amrodi Kosar (Givi), Ardebil5 (Ardebil), Ardebil4 (Ardebil), Ardebil2 (Ardebil), Ardebil7 (Ardebil)

* Location in the province

شدت خسارت سرما

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تفاوت قابل توجهی در رابطه با شدت خسارت سرمازدگی بهاره روی شکوفه‌های ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف به وجود داشت (جدول ۳). بالاترین میزان سرمازدگی بهاره در ژنوتیپ

جدول ۲- میانگین دما (ºC) در ماه‌های اسفند و فروردین در منطقه کرج در سال‌های مختلف (۱۳۹۰ تا ۱۳۹۳)

Table 2. Mean air temperature (ºC) of Karaj area during Febraury and March in different years (2011-2014)

Year	سال	دهه اول اسفند 20-30 Feb.	اسفند و دهه اول فروردین 1-20 March	فروردین 21-31 March
2011	۱۳۹۰	3.9	8.4	15.7
2012	۱۳۹۱	2.1	7.1	15.5
2013	۱۳۹۲	7.3	11.4	15.7
2014	۱۳۹۳	3.5	10.4	16.0

جدول ۳- تجزیه واریانس درصد سرمازدگی و صفات فیزیولوژیک گل در ژنوتیپ‌های به

Table 3. Analysis of variance for the chilling damage and physiological characteristics of the blooms in quince genotypes

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	درصد سرمازدگی Chilling percentage	طول جوانه Bud length	وزن تر جوانه Bud fresh weight	وزن خشک جوانه Bud dry weight	درصد آب میوه Juice percentage	درصد ماده خشک Dry matter percentage	عملکرد Yield	متوسط وزن میوه Fruit weight
Genotype	ژنوتیپ	36	1659.00**	0.124**	0.042**	0.0019**	279.97**	279.97**	81000283**	22363.49**
Error	خطا	148	69.20	0.021	0.002	0.0001	20.85	20.85	14053328	4535.32
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات		64.02	12.870	11.920	12.0640	12.83	7.09	107.8238	57.44

ns، * و**: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns , * and **: Not significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

ET1 با ۸۰ درصد خسارت روی شکوفه مشاهده شد. در شمار قابل توجهی از ارقام و ژنوتیپ‌ها نیز هیچ‌گونه خسارت سرمازدگی بهاره مشاهده نشد که دلیل آن را می‌توان چنین بیان کرد که طول گلدهی و به عبارتی گلدهی تدریجی می‌تواند عاملی برای فرار از سرمای بهاره باشد. دیگر محققین نیز نشان داده‌اند در عمل تغییرات قابل ملاحظه‌ای در تاریخ گلدهی ارقام طی سال‌های مختلف وجود دارد و تاریخ شروع مراحل رشد در سال‌های مختلف متغیر است (Ruiz and Egea, 2008). مشاهدات انجام شده همچنین نشان داد که در ژنوتیپ‌های مختلف مورد مطالعه بخش‌های مختلفی از شکوفه در اثر خسارت سرما آسیب دیدند. بدین ترتیب تقریباً در تمامی ارقام و ژنوتیپ‌ها اولین بخش آسیب دیده شکوفه‌ها کلاله، خامه و در موارد پیشرفته‌تر کل تخمدان بود. همچنین در برخی از ژنوتیپ‌ها نظیر ASP1، مقاوم-۲ و KM1 خسارت سرمازدگی روی بخش‌های مختلف نهنج نیز دیده شد (شکل ۱). در ژنوتیپ مقاوم-۲ خسارت سرما همچنین روی میله پرچم نیز مشاهده شد. تقریباً در تمامی ارقام و ژنوتیپ‌های خسارت دیده، بساک‌ها خشکیده و در زمان باز شدن شکوفه‌ها قادر به باز شدن و آزاد کردن گرده نبودند (شکل ۱). در کلیه ارقام و ژنوتیپ‌ها، کاسبرگ‌ها و گلبرگ‌ها سالم مانده و شکوفه‌ها در نگاه ظاهری فاقد خسارت سرمازدگی به نظر می‌رسیدند. لیکن با باز شدن جوانه گل، سیاه‌شدگی بخش‌های درونی شکوفه با شدت‌های متفاوتی بستگی به حساسیت رقم یا ژنوتیپ آشکار می‌شد. مقایسه ظاهری شکوفه‌های ژنوتیپ‌های گلابی و به در این سال نشان داد که در شمار زیادی از ارقام گلابی خسارت سرما حتی روی کاسبرگ‌ها و گلبرگ‌ها نیز به صورت قهوه‌ای شدن نوک آن‌ها قابل رویت بود که دلیل اصلی آن می‌تواند باز بودن کامل شکوفه‌های گلابی در مقایسه با شکوفه‌های به در زمان بروز سرما و حساسیت بالاتر گلبرگ‌ها بوده باشد.

نکته قابل توجه دیگر در مورد خسارت سرمازدگی بهاره روی شکوفه‌ها و ارقام مورد مطالعه گونه به در این بود که منشاء اغلب ارقام دارای حساسیت کم تا زیاد به سرمای بهاره، دشت‌ها و مناطق کم ارتفاع و پست کشور بود. در این گروه ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده از مناطق دشت در استان‌های اصفهان، گیلان و خراسان قرار گرفتند (جدول ۴). بر خلاف این گروه، ژنوتیپ‌های فاقد سرمازدگی بهاره شکوفه‌ها به طور عمده ژنوتیپ‌های استان اردبیل شامل اردبیل ۱ تا ۷ و ژنوتیپ‌های کوثر بودند. دو ژنوتیپ لواسان (LA_1, و LA_2) و دو ژنوتیپ سمیرم اصفهان (SVS_1, و SVS_2) نیز در این گروه قرار گرفتند. منشاء ژنوتیپ دیزباد نیز از روستای دیزباد در استان خراسان رضوی است (Abdollahi *et al.*, 2011) که ارتفاعی تقریباً معادل سمیرم، لواسان و اردبیل از سطح دریا دارد. تنها استثنائات مشاهده در بین ارقام و ژنوتیپ‌ها، عدم وجود سرمازدگی در ژنوتیپ



شکل ۱- مقایسه شدت خسارت در بخش‌های مختلف شکوفه‌های ژنوتیپ‌های مختلف به در اثر سرمازدگی بهاره

Fig. 1. Severity of damage in different bloom parts of quinces genotypes affected by late spring chilling

جدول ۴- مقایسه میانگین درصد سرمازدگی و صفات فیزیولوژیک گل در ژنوتیپ‌های به

Table 4. Mean comparison of chilling damages and physiological characteristics of the blomms in quince genotypes

ژنوتیپ Genotype	درصد خسارت سرمازدگی Chilling damage (%)	طول جوانه Bud length (mm)	وزن تر جوانه Bud fresh weight (g)	وزن خشک جوانه Bud dry weight (g)	درصد آب Water (%)	درصد ماده خشک Dry matter (%)	عملکرد Yield (Kg/tree)	وزن میوه (گرم) Fruit weight (g)
ET1	80.00a	1.04e-j	0.455e-i	0.084g-n	37.08e-h	62.92g-j	7.8fg	104.00b-i
ASP1	37.50b	1.12c-j	0.569ab	0.120a	44/90abc	55.10lmn	43.3b-d	168.00a-e
KM1	33.32bc	0.74k	0.472d-h	0.109a-e	36.34e-h	63.66g-j	7.6fg	114.00b-i
Moghavem 11	30.00bcd	1.06d-j	0.499b-f	0.097d-h	40.20c-f	59.80i-l	4.3fg	195.00a-d
KVD1	28.00bcd	0.99g-j	0.436f-j	0.095e-i	34.10f-j	65.90e-i	48.2bc	195.00a-d
ASM3	20.00def	1.55a	0.566abc	0.111 a-d	45.54abc	54.46lmn	91.0a	248.00a
KVD3	20.00def	1.19c-g	0.358j-m	0.069mno	28.94i-m	71.06b-f	12.9e-g	248.00a
Sahel Borj	30.00bcd	0.98g-j	0.368jkl	0.077j-o	29.16i-m	70.84b-f	0.0g	0.00j
KVD4	23.74cde	1.34bc	0.542a-d	0.116ab	42.58b-e	57.42j-m	38.5b-e	140.80b-g
ASM1	10.00fg	1.23b-f	0.553abc	0.112abc	44.10abc	55.90lmn	41.4b-d	204.00ab
NB2	35.00bc	0.92jk	0.394h-l	0.084g-m	31.02h-l	68.98c-g	43.3b-d	197.00abc
NB3	37.50b	0.93ijk	0.324lmn	0.064op	26.00lmn	74.00abc	4.8fg	92.00d-j
Gardan Dar	30.00bcd	1.10d-j	0.520a-e	0.124a	39.60c-g	60.40h-l	5.9fg	56.40f-j
PH2	15.00ef	0.99g-j	0.418g-k	0.098d-g	32.02h-l	98.67c-g	60.2b	191.20a-d
PK2	0.00g	1.18c-g	0.458e-i	0.085f-l	37.24d-h	62.76g-k	0.0g	0.00j
UT-1	0.00g	1.05e-g	0.354klm	0.016j-o	27.92j-n	72.08a-e	30.5c-f	150.00a-f
SHA1	35.00bc	1.16c-h	0.419g-k	0.086f-l	33.32g-k	66.68d-h	13.6e-g	156.60a-f
Isfahan Oghaf	0.00g	1. 05 e-j	0.593a	0.111a-d	20.48ab	51.78mn	9.8fg	118.40b-i
SVS1	0.00g	1.08d-j	0.335lmn	0.080g-n	25.50lmn	74.50abc	3.6fg	29.00h-j
Torsh	0.00g	1.14c-j	0.349klm	0.070l-o	27.86j-n	72.14a-e	14.2e-g	110.40b-i
SVS2	0.00g	1.28bcd	0.421g-k	0.069mno	35.20f-i	64.80f-i	1.8fg	30.20h-j
ASP2	0.00g	1.41ab	0.495b-g	0.101b-f	39.46c-g	60.54h-l	27.0c-g	123.20b-i
Shirin	0.00g	1.34bc	0.590a	0.115ab	47.50ab	52.50mn	1.1fg	21.00ij
Ardebil3	0.00g	0.98g-j	0.267n	0.050p	21.72n	78.28a	12.2e-g	130.80b-h
Givi Kosar	0.00g	1.11d-j	0.419g-k	0.081g-n	33.78f-j	66.22e-i	16.9d-g	206.00ab
Dizbad	0.00g	0.94h-k	0.388i-l	0.076j-o	31.20h-l	68.80c-g	10.0fg	118.20b-i
Ardebil 6	0.00g	1.26b-e	0.596a	0.098d-g	49.76a	50.24n	20.3d-g	144.00b-f
Ardebil 1	0.00g	1.15c-i	0.418g-k	0.053p	36.50e-h	63.50g-j	2.7fg	72.60e-j
Sibi Kosar	0.00g	1.08d-j	0.496b-g	0.094e-i	40.20c-f	59.80i-l	5.2fg	112.80b-i
Amrodi Kosar	0.00g	1.40e-j	0.286mn	0.054p	23.20nm	76.80ab	1.7fg	39.60g-j
Ardebil 5	0.00g	1.02f-j	0.39i-l	0.078j-o	31.20h-l	68.80c-g	8.0fg	110.40b-i
Ardebil 4	0.00g	1.34bc	0.555abc	0.117a	43.80a-d	56.20k-n	7.2fg	118.00b-i
Ardebil 2	0.00g	1.28bcd	0.542a-d	0.096d-h	44.60abc	55.40lmn	10.3fg	67.20e-j
Ardebil 7	0.00g	1.12c-j	0.490c-g	0.091f-j	39.90c-g	60.10h-l	4.9fg	31.20h-j
LA1	0.00g	1.17c-g	0.394h-l	0.087f-k	30.70h-l	69.30c-g	7.6fg	84.00e-j
LA3	0.00g	1.15c-i	0.372jkl	0.068no	30.46h-l	69.54c-g	9.5fg	94.00c-j

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ بر اساس آزمون چند دامنه دانکن هستند.

Means in each column with similar letters are not significantly different at 5% and 1% probability levels according to Dancan`s multiple range test.

PK2، اصفهان اوقاف، ASP2 و ژنوتیپ UT-1 بود. مشاهدات قبلی علیپور و همکاران (Alipour *et al*., 2014) و خرمدل‌آزاد و همکاران (Khoramdel Azad *et al*., 2013) نشان داده که ژنوتیپ UT-1 از آستارا از نظر مورفولوژیک و مولکولی به هیچ‌یک از ارقام و ژنوتیپ‌ها به کشور شباهت نداشته و تا اواخر آبان ماه و طی دوره چند ماهه انبارمانی نیز میوه‌های آن کاملاً سبز باقی مانده و نمی رسند. این ژنوتیپ گرچه دارای صفات مقاومت بسیار مطلوبی به شرایط محیطی است، لیکن ارزیابی‌های انجام شده نشان داده که فاقد حداقل کیفیت لازم برای تازه‌خوری است (Alipour, 2013).

ارتباط خصوصیات شکوفه با خسارت سرما

در این تحقیق نحوه آشکار شدن گلبرگ‌ها (Petal visible) مطابق پیشنهاد مایر و همکاران (Meier *et al*., 2009) در زمان وقوع خسارت سرمازدگی بهاره (جدول ۵) و وزن تر آن‌ها به عنوان شاخص‌هائی از میزان تکامل و رشد شکوفه باز نشده در ارقام و ژنوتیپ‌های به مد نظر قرار گرفتند. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین این صفات بیانگر تفاوت معنی‌دار آن‌ها در ارقام و ژنوتیپ‌های به بود (جدول‌های ۳ و ۴). در ارزیابی‌های علیپور و همکاران (۲۰۱۴) نیز تفاوت قابل توجهی در زمان گلدهی ارقام و ژنوتیپ‌های به مناطق مختلف کشور مشاهده و گزارش شد. از طرفی میزان ماده خشک و درصد آب شکوفه‌های به ارقام و ژنوتیپ‌ها به عنوان شاخص‌های مرتبط با شدت خسارت سرما در گیاهان مدنظر قرار گرفت و بررسی همبستگی این صفات با شدت سرمازدگی بهاره روی شکوفه‌های ارقام و ژنوتیپ‌ها نشان داد که در بین صفات مورد بررسی، تنها صفت طول جوانه دارای همبستگی معنی‌دار (۰/۲۲۱-) در سطح احتمال ۱ درصد با میزان خسارت سرمازدگی بهاره روی شکوفه‌های ارقام و ژنوتیپ‌های به بود (جدول ۶).

این رابطه، بیانگر ارتباط معکوس سرعت رشد شکوفه‌های گل در ارقام و ژنوتیپ‌های به، با میزان خسارت سرمازدگی بهاره در آن‌ها است. نکته قابل تامل در این رابطه معکوس در این است که انتظار می‌رود با کوچک‌تر شدن اندازه غنچه‌های گل در ارقام و ژنوتیپ‌های به میزان حساسیت آن‌ها نیز به سرما کاهش یابد در حالی که نتایج این بررسی حاکی از تاثیر مثبت اندازه کوچک‌تر شکوفه‌های گل ظاهر شده در انتهای شاخه‌های درحال رشد در تحمل بهتر نسبت به خسارت سرمازدگی بهاره در به بوده است. به نظر می‌رسد یکی از عوامل بروز این پدیده‌ها را بتوان در ارتباط معکوس اندازه شکوفه‌های گل با میزان ماده خشک آن‌ها ذکر کرد که دارای ضریب همبستگی برابر با ۰/۴۵۶- و در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). بدین معنی که، جوانه‌های کوچک‌تر از میزان ماده خشک بالاتری برخوردار هستند. همچنین از دیگر

جدول ۵- مراحل پانزده‌گانه فنولوژیک درخت به براساس مقیاس BBCH
Table 5. Phonological stages of quince tree according BBCH scale

کد مرحله Stage code	Stage name	نام مرحله
A	Dormant winter bud	جوانه زمستانه
B	Bud swollen	تورم جوانه
C1	First leaves visible	جوانه زدن اولین برگ
C2	First leaves open	باز شدن اولین برگ
D1	Flower buds visible	ظهور جوانه‌های گل
D2	Sepals open	باز شدن کاسبرگ‌ها
E1	Petals visible	ظاهر شدن گلبرگ‌ها
E2	Petals swollen	تورم کاسه گل
F	Flower open	باز شدن گل
G	Petal fall	افتادن گلبرگ‌ها
H	Fruit set	میوه‌بندی
I	Immature fruit	میوه نابالغ
J	Fruit growth	رشد میوه
K	Fruit maturity	رسیدن میوه
L	Leaf fall	افتادن برگ

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین درصد سرمازدگی و صفات فیزیولوژیک گل در و ژنوتیپ‌های به
Table 6. Correlation coefficients between chilling damage and physiological characteristics of the blooms in quince genotypes

Characteristics	وزن میوه Fruit weight	درصد سرمازدگی Chilling percentage	طول جوانه Bud length	وزن تر جوانه Bud fresh weight	وزن خشک جوانه Bud dry weight	درصد آب میوه Juice percentage	درصد ماده خشک Dry matter percentage
percentage Chilling	0.173*						
Bud length	0.025 ^{ns}	-0.221**					
Bud fresh weight	0.069 ^{ns}	0.012^{ns}	0.437**				
Bud dry weight	0.132 ^{ns}	0.136^{ns}	0.280**	0.843**			
percentage Juice	0.049 ^{ns}	-0.02 ^{ns}	0.456**	0.990**	0.759**		
percentage Dry matter	-0.049 ^{ns}	0.020^{ns}	-0.456**	-0.990**	-0.759**	-1.00**	
Yield	-.0315**	0.149*	0.114^{ns}	0.186*	0.262**	0.157*	-0.157*

ns، *و**: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.
ns , * and **: Not significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

عوامل موثر در کم‌تر بودن خسارت سرمازدگی بهاره در این گروه از ژنوتیپ‌ها را می‌توان پوشیده‌تر بودن شکوفه‌های گل دارای اندازه کوچک‌تر در میان برگ‌های در حال تکامل انتهای شاخه‌ها ذکر کرد. سایر صفات مورد نظر مثل بر وزن تر و خشک جوانه و میزان ماده

خشک آن ارتباط مستقیمی با شدت میزان خسارت سرمازدگی بهاره در ارقام و ژنوتیپ‌ها مورد بررسی در تحقیق نشان ندادند (جدول ۶).

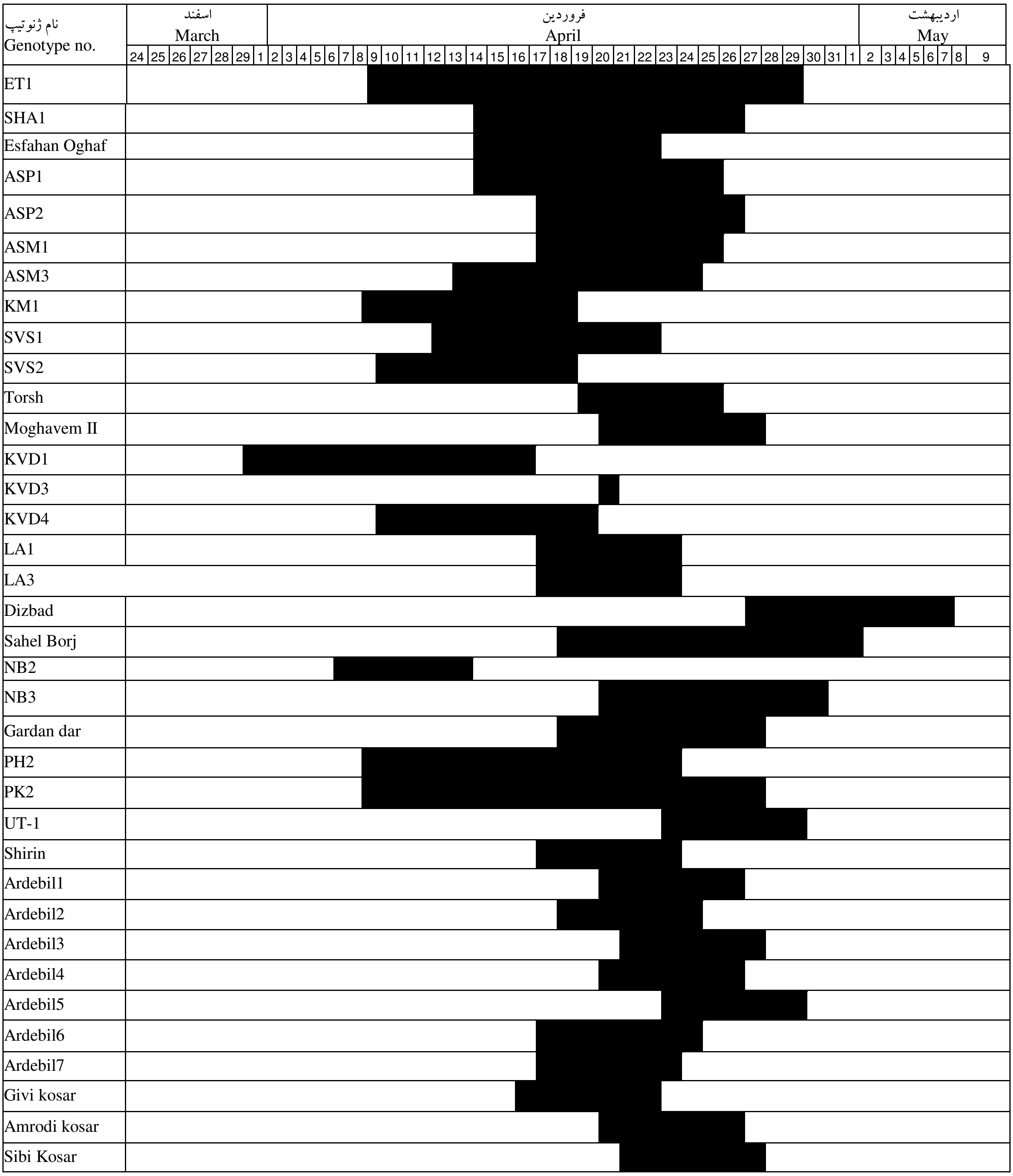
تاثیرخسارت سرما روی وزن میوه و باردهی

در این بررسی ژنوتیپ ASM3 دارای بیش‌ترین عملکرد بود و ژنوتیپ‌های PH2، ASP1، KVD1، KVD4، NB2 و ASM1 در رده‌های بعدی عملکردی قرار گرفتند. بالاترین وزن میوه مربوط به ژنوتیپ‌های ASM3 و KVD1 (۲۴۸ گرم) و کمترین میزان مربوط به ژنوتیپ ARDEBIL7 (۳۱ گرم) بود که نشان‌دهنده اختلافات زیاد بین ژنوتیپ‌ها است (جدول ۴). ارزیابی‌های قبلی در مورد میزان عملکرد ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف به توسط علیپور (۲۰۱۳) حاکی از عملکرد برتر سه ژنوتیپ KVD1، KVD4 و NB2 طی سه سال ارزیابی از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱ بود که در این سال‌ها درختان در سن باردهی اقتصادی بودند. مقایسه داده‌های سه سال ارزیابی عملکرد ارقام و ژنوتیپ‌های به در سال‌های بدون خسارت سرمازدگی بهاره با عملکرد سال ۱۳۹۳ آن‌ها نشان دهنده تاثیر قابل توجه خسارت سرمازدگی بهاره در کاهش عملکرد ارقام و ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا بود. بررسی علیپور (۲۰۱۳) نشان داد که ژنوتیپ‌های KVD1، KVD4 و NB2، سه ژنوتیپ زودگلده با عملکرد بالا درخت هستند. متوسط زمان آغاز باز شدن شکوفه در این ژنوتیپ‌ها، همراه با ژنوتیپ KVD2 و رقم به ترش اصفهان از ۲۷ تا ۲۹ اسفند بود، در حالی که در دیگر ارقام و ژنوتیپ‌های به از جمله سه ژنوتیپ دارای بیش‌ترین عملکرد، پس از سرمازدگی بهاره سال ۱۳۹۳، شامل ASM3، PH2 و ASP1، این زمان بعد از پنجم فروردین ماه بود (جدول ۷). زمان تمام گل در ژنوتیپ‌های KVD1، KVD4 و NB2 یک هفته پس از زمان آغاز گلدهی بود که نشانگر بروز سرمازدگی بهاره پس از زمان تمام گل در این ژنوتیپ‌ها است، درحالی که در سه ژنوتیپ ASM3، PH2 و ASP1 زمان تمام گل پس از بروز سرمازدگی بهاره در سال ۱۳۹۳ بود.

مقایسه شدت خسارت سرمازدگی بهاره با میزان عملکرد در ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در سال ۱۳۹۳ بیانگر این بود که در سه ژنوتیپ ASM3، PH2 و ASP1 میزان خسارت سرما به ترتیب ۲۰، ۱۵ و ۳۷/۵ بود (جدول ۴)، در حالی که این خسارت در سه ژنوتیپ KVD1، KVD4 و NB2 که دارای عملکرد بالاتری در سال‌های معمول (۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱) بودند، در این سال به ترتیب ۲۸، ۲۳/۷ و ۳۵ بود. مقایسه این داده‌ها در دو گروه ژنوتیپی فوق‌الذکر بیانگر این بود که اگرچه عملکرد ارقام پربارده به شامل KVD1، KVD4 و NB2 به دلیل زودگلدهی به شدت تحت تاثیر خسارت سرمازدگی بهاره قرار گرفته‌اند، لیکن عوامل دیگری نیز در تعیین عملکرد نهائی درخت و جبران این خسارت می‌تواند موثر باشد که نمونه

جدول ۷- مقایسه دوره گلدهی در ژنوتیپ‌های به

Table 7. Comparison of blooming period in quince genotypes



آن بالا بودن عملکرد در سه ژنوتیپ ASM3، PH2 و ASP1 بوده است، هر چند که در این سه ژنوتیپ نیز میزان خسارت سرمازدگی بهاره در مقایسه با سه ژنوتیپ اول، قابل توجه بوده

است. بررسی اطلاعات اندازه متوسط میوه نشان‌دهنده این مطلب بود که بالاتربودن میزان نسبی عملکرد در این سه ژنوتیپ نمی‌تواند به افزایش قابل توجه اندازه میوه به دلیل حذف تعدادی از شکوفه‌ها در اثر سرمازدگی بهاره مرتبط باشد (جدول ۴). به نظر می‌رسد میزان تشکیل میوه و تلقیح گل از عواملی است که می‌تواند در این رابطه به عنوان عاملی در جبران خسارت سرمازدگی بهاره در سه ژنوتیپ ASM3، PH2 و ASP1 بیان شود. بررسی میزان همبستگی صفت عملکرد و وزن متوسط میوه با میزان خسارت سرمازدگی بهاره روی شکوفه‌های ارقام و ژنوتیپ‌های این درخت، به ترتیب بیانگر ضریب همبستگی ۰/۱۴۹ و ۰/۱۱ و غیرمعنی‌دار دو صفت عملکرد و وزن متوسط میوه با درصد خسارت سرمازدگی بود (جدول ۶) که ضمن تایید عدم وجود یک رابطه مستقیم بین میزان خسارت سرمازدگی بهاره با عملکرد، نشان‌دهنده وجود تاثیر دیگر عوامل درخت در این صفت است. همچنین در این بررسی میزان ضریب همبستگی بالای ۰/۹ و معنی‌دار در سطح احتمال ۹۹ درصد برای عملکرد درخت و اندازه میوه مشاهده شد.

جمع‌بندی اطلاعات حاصل از این تحقیق بیانگر این است که، اگرچه درخت به در مقایسه با دیگر درختان میوه دانه‌دار و هسته‌دار به عنوان یکی از دیرگل‌ده‌ترین درختان میوه مورد نظر قرار گرفته است، لیکن این ارزیابی نشان داد که شکوفه‌های در حال رشد و باز نشده این درخت نیز که در انتهای شاخه‌های سال جاری در حال تکامل هستند، حساسیت قابل توجهی به سرمازدگی بهاره دارند. به نظر می‌رسد شکوفه‌های در حال تکامل درخت به در مقایسه با شکوفه‌های درختان سیب و گلابی حساسیت بیش‌تری نسبت به سرمای دیررس بهاره برخوردار دارند. این در حالی بود که در بسیاری از ژنوتیپ‌هایی به که شکوفه‌های آن‌ها تحت تاثیر سرمازدگی بهاره دچار آسیب‌دیدگی شدند، کاسبرگ‌های سالم و بخش‌های درونی شکوفه گل، به ویژه مادگی و بساک‌ها سیاه شده بودند. ارزیابی عوامل موثر در میزان خسارت سرمازدگی بهاره نشان داد که صفت اندازه شکوفه که شاخصی از زودگلدهی ارقام است، بیش‌ترین همبستگی منفی را با شدت خسارت سرمازدگی بهاره در ارقام و ژنوتیپ‌های به نشان داد، به صورتی که ارقام و ژنوتیپ‌هایی که دارای شکوفه‌های کوچک‌تری بودند (KM1=۰/۷۴)، به میزان کم‌تری (۳۳/۳۲) آسیب دیدند. فراوانی ارقام و ژنوتیپ‌های دارای کم‌ترین خسارت سرمازدگی بهاره به صورتی بود که بیش‌ترین این ارقام و ژنوتیپ‌ها از مناطق مرتفع کشور شامل استان‌های اردبیل، اصفهان، خراسان و تهران جمع‌آوری شده بود. از طرفی با توجه به این که ژنوتیپ‌های به جمع‌آوری شده از مناطق مرتفع استان اصفهان شامل SVS1 و SVS2 دارای کیفیت مطلوب میوه بوده، لیکن حساسیت قابل توجهی به بیماری آتشک نشان می‌دهند (Ahmadi *et al.*, 2013) و همچنین

ژنوتیپ‌های خراسان به طور عموم از کیفیت متوسط میوه برخوردار بوده و در مقایسه با ژنوتیپ‌های به اصفهان و اردبیل دارای کیفیت پائین‌تر میوه هستند (علیپور و همکاران، ۲۰۱۴)، لذا با توجه موارد فوق و عنایت به این که ژنوتیپ‌های استان اردبیل به ویژه ژنوتیپ گزینش شده به شیرین دارای کیفیت بالای میوه بوده و همچنین به دلیل دیرگلدهی، دارای توان فرار از خسارت سرمازدگی بهاره است، به نظر می‌رسد به منظور گزینش ارقام و ژنوتیپ‌های به برای مناطق دارای احتمال بروز این خسارت، گزینش از میان ژنوتیپ‌های این منطقه دارای بیش‌ترین کارآئی اصلاح رقم باشد.

در نهایت، یکی از مشکلات و معضلات باغ‌های به احداث شده در مناطق مرتفع کشور نظیر سمیرم در استان اصفهان، کم‌باردهی مفرط این باغ‌ها طی سال‌های متوالی است، به صورتی که بسیاری از باغ‌داران از کم‌باردهی رقم به اصفهان که رقم غالب این گونه از باغ‌های است، اظهار نارضایتی می‌کنند. بر اساس نتایج این تحقیق، رقم به اصفهان (KVD3) دارای آستانه خسارت قابل توجهی از سرمای دیررس بهاره بوده و میزان عملکرد آن در درخت در اثر خسارت سرما به شدت افت نشان داد. با توجه به افت دمای قابل توجه شب و روز چنین سرماهائی از خصوصیات بارز مناطق بسیار مرتفع و کوهستانی نظیر سمیرم است، لذا حساسیت قابل توجه کلاله، خامه و تخمدان می‌تواند به عنوان یکی از دلائل اصلی کم‌باردهی باغ‌های به این مناطق ذکر شود. بر اساس نتایج مقدماتی حاصله از این تحقیق، ارزیابی‌های کامل‌تری برای بررسی سازگاری و باردهی به‌های دارای کیفیت برتر جمع‌آوری شده از استان اردبیل در این مناطق و سایر مناطق مرتفع کشور ضروری به نظر می‌رسد.

References

Abdollahi, H. 2010. Pear, Botany, Cultivars and Rootstocks. Plant Production Deputy, Agricultural-Jihad Ministry of Iran, Agricultural Education Publisher, Karaj, Iran. 200pp. (in Persian).

Abdollahi, H., Alipour, M., Khoramdel Azad, M., Mehrabipour, S., Ghasemi, A., Adli, M., Atashkar, D., and Akbari, M. 2011. Establishment of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) germplasm collection from various regions of Iran. Acta Horticulturae 976: 199-203.

Abdollahi, H., Ghasemi, A., and Mehrabipour, S. 2010. Interaction effects of rootstock and genotype on tolerance to iron deficiency chlorosis in some quince

(*Cydonia oblonga* Mill.) genotypes from central regions of Iran. Seed and Plant Improvement Journal 26-1: 1-14 (in Persian).

Ahmadi, S., Alipour, M., Abdollahi, H., and Atashkar, D. 2013. Comparison of efficiency of indices for fire blight susceptibility evaluation in quince (*Cydonia oblonga* Mill.) in orchard condition. Seed and Plant Improvement Journal 29-1: 331-347 (in Persian).

Alipour, M. 2013. Morphological, physiological and molecular assessment of some Iranian quince (*Cydonia oblonga* Mill.) genotypes. M.Sc. Thesis, Tehran Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran. 186 pp. (in Persian).

Alipour, M., Abdollahi, H., **Abdousi, V., Ghasemi, A. A., Adli, M., and Mohamadi, M. 2014.** Evaluation of vegetative and reproductive characteristics and distinctness of some quince (*Cydonia oblonga* Mill.) genotypes from different regions of Iran. Seed and Plant Improvement Journal 30-1: 507-529 (in Persian).

Anonymous 2010. Guide to Determining Climate Regions by County. Pacific Northwest National Laboratory & Oak Ridge National Laboratory, USA. 34pp.

Anonymous 2014a. Crops Production Annual Reports of Food and Agriculture Organization. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome, Italy.

Anonymous 2014b. Annual Data of Karaj Climatology Station. Iranian Meteorological Organization, Tehran, Iran. (in Persian).

Arzani, K. 2002. The position of pear breeding and culture in Iran: Introduction of some Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.) cultivars. Acta Horticulturae 587: 167-173.

Arzani, K. 2004. The Effect of European pear (*Pyrus communis* L.) and quince (*Cydonia oblonga* Mill.) seedling rootstocks on growth and performance of some Asian pear (*Pyrus serotina* Rhed) Cultivars. Acta Horticulturae 658: 93-97.

Esumi, T., Tao, R., and Yonemori, K. 2007. Comparison of early inflorescence development between Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) and quince (*Cydonia oblonga* Mill.). Journal of the Japanese Society for Horticultural Science 76: 210-216.

Kennedy, R., and Cramer, C. 2010. Minor fruits, *Cydonia oblonga* (Quince). Department of Horticulture, Cornell University, USA. 10pp.

Khoramdel Azad, M., Nassiri, J., and Abdollahi, H. 2013. Genetic diversity of selected Iranian quinces using SSRs from apples and pears. Biochemical Genetics 51: 426-442.

Meier, U., Bleiholder, H., Buhr, L., Feller, C., Hack, H., Heb, M., Lancashire, P.D., Schnock, U., Staub, R., van den Boom, T., Weber, E., and Zwerger, P. 2009. The BBCH system to coding the phonological growth stages of plants-history and publications. Journal fur Kulturpflanzen 61: 41-52.

Milosevic, Z. 2010. Quince Production. Agrolibrary of Russia, Moscow, Russia. 12pp.

Ruiz, D., and Egea, J. 2008. Analysis of the variability and correlations of floral biology factors affecting fruit set in apricot in a Mediterranean climate. Scientia Horticulturae 115:154-163.

Sabeti, H. 1994. Trees and Shrubs of Iran. Yazd University Publication Yazd, Iran. 810 pp. (in Persian).

Silva B.M., Andrade, P. B., Martins, R. C., Valentao P., Ferreres, F., Seabra, R. M., and Ferreira, M. A. 2005. Quince (*Cydonia oblonga* Mill.) fruit characterization using principal component analysis. Journal of Agriculture and Food Chemistry 53: 111-122.

Westwood, M.N. 1993. Temperate Zone Pomology. Timber Press, Inc. Portland, Oregon, USA. 536 pp.